chinaXiv:202310.00138v1

浅析县级电视台高清播出系统建设

牛和胜
（肥东县融媒体中心，安徽 合肥 231600）

摘要：【目的】为给观众带来高清晰度、高保真的视听效果，满足观众日益增长的观看需求。在科学技术迅猛发展的当下，电视台频道高清化是必然要求。【方法】文章通过对县级电视台高清播出系统的建设实践和系统测试，验证了可行性技术方案。【结果】建设完成的高清播出系统具有完备的硬件热备、在线数据热备和节目播出热备份，不存在单一崩溃点，组网安全合理。在网络、存储、主机及软件等各个方面对系统进行量化，保证系统的方便使用和电视最终效果的高清化。【结论】高清播出系统的建设和投入使用，进一步加强了播控平台的安全防范能力和监测力度，有力提升播出的效果和质量，确保了电视节目的安全优质播出，不断满足城乡居民美好精神文化生活新期待。

关键词：高清化；播出系统；播出控制；系统设计；系统测试　　**中图分类号：**G2　　**文献标识码：**A
文章编号：1671-0134（2023）03-155-04　　**DOI：**10.19483/j.cnki.11-4653/n.2023.03.035
本文著录格式：牛和胜 . 浅析县级电视台高清播出系统建设 [J]. 中国传媒科技，2023（03）：155-158.

现代网络科技在不断地进步和发展，各地电视台也都积极地开展了播出系统升级改造工作，从传统播出系统朝着数字化播出系统模式转变，建成高网络信息化硬盘播出系统。[1] 肥东县广播电视台积极争取资金对电视 2 个频道播出系统进行高清化改造，目标是构建 2 个频道的硬盘播出系统，能够实现肥东新闻综合、肥东经济生活频道高标清同步播出。

1. 系统建设的要求

肥东县广播电视台全盘考虑设备系统高清化整体解决方案，先后完成了高清直播车、高清演播室、高清摄像、高清编辑和储存等一系列的节目采编系统改造，此次高清播出系统建设在保障安全可靠的前提下，必须与其他系统有效一体化链接，实现系统的高兼容性和可拓展性，提升工作效率，保证素材和节目播出的安全和统一。

2. 系统的规划建设

按照规划，系统建设能够承担 2 个频道高标清播出的任务。包括播出服务器系统、播出内容管理系统、播出控制系统、同步系统、时钟系统、切换系统、播出周边等。主要系统有：播出上载视频服务器系统、相关播出控制的计算机系统、播出管理计算机系统、视音频系统、播出切换矩阵系统等周边设备。主要应用软件有：设备共享软件、播出软件、节目单编排软件、素材上载软件、自动技审软件、人工复审软件、接口软件 、消息软件、播出内容管理软件等。

2.1　业务流程分析

从业务的角度上分析，本次系统建设运用先进的信息、存储和网络技术，优化文件化电视播控的架构和流程，满足各业务子系统的需求，实现文件化业务流程、分级存储管理、播出系统在线备份的高质量、高效率的安全播出要求。整体的流程如下图所示：

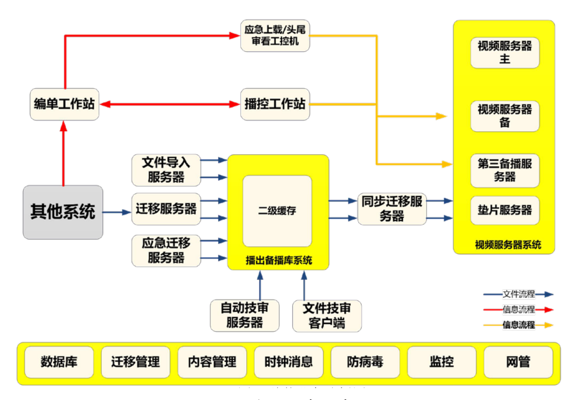


图 1　总体业务分析图

2.2　关键硬件设计分析

视频服务器和播出周边设备是高清播出系统能否安全稳定可靠运行的关键硬件。主备视频服务器和周边设备的选型，在充分听取省市广电专家的建议后，本着既经济又安全的方针，视频服务器的备份采用主进口和备国产的 1+1 异构备份方式，视频服务器全部采用模块化设计。

主视频服务器采用知名品牌 GV 公司的 K2 Summit 服务器，提供 2 个 HD 双向通道和 2 个 HD 解码通道，所有输出支持 DV/DVCPRO、MPEG-2 的灵活播出；备视频服务器采用北京中科大洋 VIPS-2H-4XHD 服务器，提供 2 个双向通道，2 个单向输出通道。每个双向通道可独立设置入出，最高可支持 4 路输出。备视频服务器与主备视频服务器形成异构备份机制，视频

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202310.00138v1

服务器周边设备也采用高稳定性的GV公司周边设备，更好的保证播出的安全。

硬件系统设计还包括：由核心数据库服务器、策略服务器、同步迁移服务器，以及自动技审服务器等所组成的应用服务器群集；能够实现信号转换、切换、分配、处理的硬件板卡、矩阵、字幕机等；由磁盘阵列组成的二级存储系统；实现编单、控制、上下载、监控等功能的工作站群集；由多画面、监视器、电视墙等设备组成的监控监视系统等。

2.3 总体软件架构设计

软件系统整体架构如下：

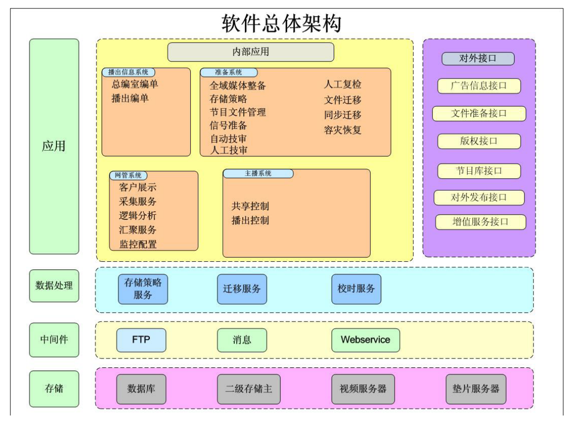


图 2　软件总体构架图

2.3.1 设备共享软件

按照规划，系统根据共享设备资源池的理念和计算方法，采用了应急情况下使用录像机直接播出的方式，从播控模块获取共享设备的使用情况，利用设备共享控制模块来更新录像机的实时状态，然后根据介质信息和调度策略对网络录像机进行分配，从而实现了共享资源调度的自动化和智能化，减少了设备的投入，提高了已有设备的使用效率和工作效率。

2.3.2 播出软件

播出软件系统是建立在高可用的系统级备份机制的基础上，实现了播控中心相关系统停机检修时频道的不间断播出，解决了业务软件升级时系统测试所需的环境问题，建立了面向主备系统的智能控制机制，解决了主备控制设备间的信息共享、自动倒换和同步播放的精准性难题，提高了系统的稳定性。

2.3.3 节目单编排软件

技术人员使用编单模块从数据库读入由节目单生产管理系统生成的总编室节目单，并根据“播出标准样”“节目变更单”和“直播通知单／直播流程单”细化生成实际的频道播出单。播出编单的主要功能是在进入—1天之后，产生初始版本的播出节目单和修改已经存在的播出节目单。初始版本通过读取数据库中的总编室节目单（锁定版）细化后形成，经过校验后发送给播出控制机并更新数据库和相应的副本。对于当天的节目单会直接在播出节目单上修改，修改后发送到播出控制机执行，并更新数据库和相应的副本。当数据库故障时，读取上级机本地的播出节目单副本进行编辑。由于编单的重要依据之一是各种通知，因此，编单软件具有通知管理功能。播出节目单通过版本来管理节目内容和长度的变化。

播出编辑机实现对包装条目的管理和节目单生成，可以依据节目的ID将包装条目和播出条目进行一一对应。一个播出节目可以匹配多个包装子条目。播出编辑机将已确认好的节目单发送给播出控制机，供播出控制机使用。播出编辑机能提供克隆系统的播出服务，可以实现克隆频道的节目单和主频道节目单之间的同步，保证了在应急情况下的安全播出控制。

2.3.4 素材上载软件

视音频文件是播出素材的来源之一，上载技术人员通过使用上载模块读取所上载素材信息，利用上载软件控制上载服务器来实现将素材文件转换成所认可数字文件的功能。

2.3.5 自动技审软件

自动技审软件是一款媒体处理软件，采用Manger+Actor+Work的分层管理方式，其中Manger采用双活的部署方式，Work可以实现分布式管理。自动技审采用BS架构，部署方便，只要能够与服务器连通的网络上的任意节点都可以部署其站点，通过账号进行登陆和操作。在自动技审软件管理员界面中，可以依据不同业务需求自行编排多个业务流程，打破原先软件和业务脱节的问题，使软件更加适用于业务，减少了软件的定制开发量，向标准化通用软件方向发展。同时也使操作和管理更加人性化，做到了软件的使用与实际业务的使用更紧密贴合，最大限度地贴合当地实际业务流程。自动技审软件能够根据实际业务的情况，由管理员按照实际情况自行编排组合模块，从而实现复杂的业务流程。自动技审还提供了完善清晰的任务管理检索系统、流程管理检索系统和操作人员管理权限系统。

2.3.6 人工复审软件

人工复审软件是播出软件系统中的重要部分。人工复审软件是二级整备到三级整备必须通过的软件，负责整个播控系统中二级整备素材及包装的审核，比如制作部传输的素材、由硬盘导入的素材等。人工复审软件通过人工审核二级存储中的素材及包装项来确保播出素材及包装的正常，保证播出的安全性。二级存储中的素材及包装必须全部进行人工复审，只有人工复审通过才能启动三级备播流程任务。

2.3.7 接口软件

播控系统，是广电技术系统的重要组成部分。负责电视台节目信号的播出发布，安全性至关重要。在电视台全流程文件化的指导思想之下，播控系统和其

chinaXiv:202310.00138v1

他系统的互联互通必然会带来安全方面的隐患。播控系统与其他系统连接有 2 种形式的数据：媒体数据和信息数据。为了降低风险、提高安全性，需要将这 2 种数据通过专用的设备进行处理，进而通过实现播控系统与其他系统间的通讯来获取相关的更新信息。在整个数据处理过程中，播控系统不直接与外部系统设备通讯，因此可以确保播控系统的独立性，保证了播出安全。播控系统采用迁移服务和接口服务，连通播控系统和其他系统。这 2 种服务是播控系统内外数据通讯的唯一途径，无论全台系统有多少，都是通过这 2 种服务进行交互，播控系统内的其他服务或应用都不与外网进行联通，保证了播控系统的安全。

2.3.8 消息软件

消息服务是播控系统的核心，也是系统之间服务调用的手段之一。通过消息队列传送指令信息，使播控系统内各应用子系统得到及时准确的消息数据，对各类消息数据的展现和查询是系统业务逻辑和设备正常运转的重要依据，为播控系统各种任务的正确执行提供了坚实的基础。对于系统设备之间的任务是否正确接收，都有一个明确的回复，当任务没有正确到达目标设备，系统会按照策略自动进行重新执行、告警或其他处理，确保任务的正确执行。

2.3.9 播出内容管理软件

根据目前播控系统的现状和工作模式，播出内容管理软件汇聚了所有频道的节目单播出、设备控制信息，以及影响当前频道播出的服务提供模块，如消息服务器、共享设备调度、共享设备控制等的状态信息，并通过信息筛选机制，设定值班时需要监控的信息，提供报警提示功能。具体应用有：及时掌握所有频道当天的缺带情况、根据播出时间对所缺素材进行排序和设定报警时间门限等。值班客户端系统可以最大程度减少人员对播出控制系统的操作，提高了播出控制机的可靠性。

2.4 播出控制系统设计

播出控制系统设计是高清播出系统信号调度的心脏，以 GV 公司 32*32 矩阵总控矩阵为核心，2 个频道各配备 2 台 16*4 分控矩阵，高清直播车信号、高清演播室信号、主备视频服务器信号、卫星接收转播信号源、有线前端机房信号源、高清测试图、垫播宣传，以及外来信号等所有信号源均接入总控矩阵和分控矩阵，进行综合调度和选择切换，主要用于本台 2 个频道的节目播出和收录。总控矩阵和分控矩阵的键控面板放置在播出主备站点显示屏的前方，方便值班人员实时监看和应急切换，高清总控系统对每个频道的双矩阵设置相比较单矩阵设置而言，其安全可靠性有了很大提高，备份等级也从通道级上升到了系统级。[2] 主备矩阵任何一个故障瘫痪，调度系统仍可以接收到所有输入信号，也可以调度所有输入信号，实现信号链路的 1：1 备份。同时，采用链路独立的原则来配置总控部分的机箱部署，将同一链路的设备排布在同一组机箱内，所有关键设备的供电都接在不同回路的双路电源上，在发生断电等故障时，可将受影响的链路数量降至最低。总控监看系统的 6 块大屏利用多画面分割器，监看监听各个不同路由信号源的关键节点传输，值班和技术人员直观高效地判断设备系统的故障可能发生部位，有效提升应急处置能力和水平。

播出控制系统设计以节目单为总线，围绕节目单的编辑、修改、更新，播控工作站的控制播出，应急上载审片及头尾检测的处理，机动备份播出系统的跟随播出与控制，以及授时与守时的具体实现方式展开，实现了全流程以文件为载体的系统管理流程，支持节目单、广告单等按照业务需求产生节目文件整备任务，并且自动进行文件整备。在整备过程中采用了动态化、智能化的优化算法，根据节目的播出时间、重要程度等动态调整迁移策略的优先级，实现节目文件智能整备。媒体文件生命周期管理实现了全局管控，通过对媒体文件在不同频道、不同存储体、生命周期的统一管理，实现在各级存储体中的统一调度和删除。在分级存储架构体系下，根据播出时间和提交的迁移任务，进行任务数量控制和队列排序处理，实现了节目整备任务优先级的动态实时调整。在分级存储架构基础上，落地了分级质量控制，对于不同存储体的节目文件展现方式，采用不同的技术控制方法，达到最大化安全播出的目的。二级存储储存全部播出文件，而视频服务器存储只是储存了当前时间和往后几天的用于播出的媒体文件。分级存储的方式满足了全部节目的存储，改善了视频服务器的速度，减轻了视频服务器的存储压力。[3]

按照各频道节目串联单或提前设置的策略条件，统一节目整备平台支持所有播出文件的查询和管理，控制播出文件的删除、复制和迁移，有效利用了存储空间，合理分配了传输带宽，最后完成节目备播整备任务。

为了保证播出节目文件的存储安全，播出视频服务器存储和二级存储都采用了主备方式。主备存储之间的文件镜像，不再采用主备之间的迁移方式，而是采用通过前一级的迁移服务器，同时写入主备存储。例如：文件从二级存储迁移到主备视频服务器，通过迁移服务器将文件从二级存储中读出，同时双写到主备视频服务器。这种结构保证了主备存储之间没有任何联系，是 2 个独立的个体，任何一个存储体的故障，都不会扩散另外一个存储体。媒体文件在迁移后进行 MD5 校验，对比迁移前后的 MD5 值的变化，确保迁移前后文件的一致性。这种镜像方式大幅提高了文件传输的效率和正确率。

播出工作站可以随时监控播出通道的状态，使用相应的控制插件分别控制不同的设备系统，如控制视

chinaXiv:202310.00138v1

频服务器、矩阵、切换台、录像机、键控器等专业广电设备。在发现主播出通道无响应后可自动控制切换台将播出信号切换到备播出通道上，若备份通道又无响应而主备通道还没有恢复，播控软件可自动或手动控制切换台切换到应急垫片或其他备份通道上。播出值班人员在节目播放过程中通过此终端实现临时操作，例如，临时删除、锁定播出或者插入其他的节目等。[4]

为了确保控制的绝对安全，系统支持四级切换（主备播出服务器、应急 VTR、应急线路）。具体实现方式是，当主播出视频服务器出现问题，则立即自动切换到备视频服务器播出，如果备视频服务器出现问题，则自动切换到应急 VTR，如果应急 VTR 出现故障，则自动切换到定义好的应急线路信号。

在控制系统中，播出软件会不断的检测备控设备的状态，如果备控设备出现异常，如无响应，素材不存在等，就会立即报警，报警声音支持自定义，在软件中设置了各种报警故障。越是靠近播出时间，报警会越频繁，提醒播出人员注意。

3. 系统的联调和测试

3.1 系统联调

项目完成后进入联调阶段。业主单位组织技术人员和相关公司的工程师首先对总控系统和分控系统的各个信号和所有通路的视音频进行调试，达到了所有信号相位统一、链路正确的目标；对嵌入音频进行统一调整和各个视频通路进行了逐一确认，完成了对两个电视频道播出视音频系统的初步调试工作。 同时，双方技术人员反复实验各种播出方式，交流了一些符合本台播出链路设计和操作习惯的实际要求，并进行适当的修改和完善，进一步验证了自动播出控制网络在应对大规模网络化播出系统时，具有可靠的智能整备能力和全局管控能力；验证了自动播出控制网络系统级备份机制的高度可靠性。 至此完成了对 2 个频道高清播出系统的整体联调工作。

3.2 系统测试

根据日程安排，肥东县广播电视台委托安徽电视台相关处室对高清播出系统进行了测试。测试组采用 TektronixTG8000 提供高 / 标清数字视频测试信号，输入至生产系统板卡，通过 Tektronix WFM8300 对输出信号进行监测，监测结果如表 1 所示。

表 1 高清通道测试表

序号	指标项目	单位	测量结果	标准	结论
1	SDI 幅度	mv	775	800 ± 10%	合格
2	上升时间	ps	205	<270	合格
3	下降时间	ps	203	<270	合格
4	上冲	%	0	± 10%	合格
5	下冲	%	1.0	± 10%	合格
6	抖动（100kHz）	UI	0.04	<0.2	合格

3.3 系统 SDI 信号的眼图特性

眼图反映了 SDI 信号波形的模拟特性。在眼图的观测分析中，观测数字信号眼图的闭合程度是最重要的环节。垂直方向上眼图的闭合是由噪声和幅度变化等引起的，水平方向上的闭合是由定时抖动引起的。所以，当眼图保持一定规范的开度时，表明数字系统正处于正常工作状态。[5] 眼图观测如图 3 所示，包含有上升和下降时间观测、信号幅度观测、过冲观测、时钟周期测量，以及各类抖动测量等。

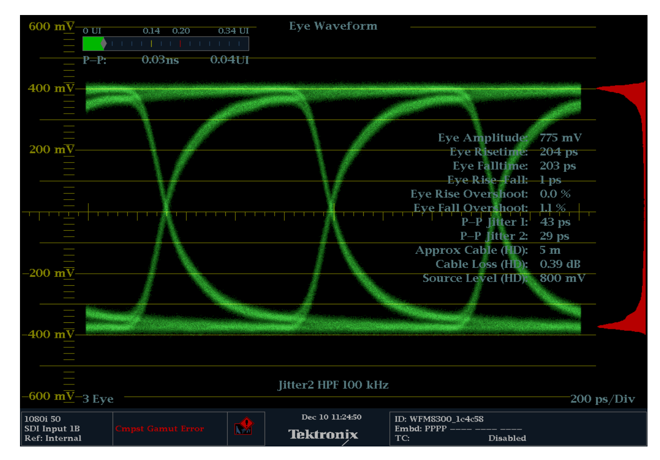


图 3 信号眼图特性

结语

肥东县广播电视台两个频道高清播出系统的建设，坚持将电视节目播出的稳定性和可靠性放在第一位，通过科学合理的设备选型和方案设计，软件与硬件全方位高清，为进一步提升高清化制播能力提供保障。

参考文献

[1] 刘伟 . 电视台硬盘播出系统的数字化升级改造技术 [J]. 中国传媒科技，2022（10）：148-151.

[2] 董秀琴 . 浅谈北京电视中心总控系统设计及其安全策略 [J]. 现代电视技术，2009 （12）：48-51 .

[3] 张琦，林正豹，杨盈昀 . 数字电视制播技术 [M] 北京：中国广播电视出版社，2003：286-288.

[4] 卜祥国 . 天虹电视播出系统智能审片修复模块分析 [J]. 中国传媒科技，2022（2）：108-110.

[5] Bernard SKlar. 数字通信—基础与应用 [M]. 北京：电子工业出版社，2015：116-117.

作者简介：牛和胜（1979-），男，安徽肥东，工程师，研究方向为广播电视技术。

（责任编辑：张晓婧）